

## 発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)

遠隔手術支援システム及び支援方法

This application claims benefit of Japanese Application Nos.2002-336998 filed on November 20, 2002, and 2003-381773 filed on November 11, 2003 and the contents of which are incorporated by this reference.

## 発明の背景 (BACKGROUND OF THE INVENTION)

### 1.発明の分野 (Field of the Invention)

本発明は、遠隔的に手術を支援する際に、術者に適切な支援ができる遠隔手術支援システム及びその支援方法に関する。

### 2.関連技術の説明 (Description of Related Art)

医療用分野では内視鏡が広く用いられており、最近では、光学式内視鏡の接眼部に撮像手段を備えたTVカメラを装着したTVカメラ外付け内視鏡や、先端部に撮像手段を内蔵した電子内視鏡が広く利用されている。これらの内視鏡でとらえた内視鏡画像をモニタに表示し、その画像を見ながら観察、処置を行える内視鏡装置がある。

前記内視鏡装置には、内視鏡に照明光を供給する光源装置、内視鏡画像を表示するための画像信号処理回路を備えたカメラコントロールユニットであるビデオプロセッサ、及び内視鏡画像を表示するTVモニタが接続される。さらに他に複数の周辺装置として、例えば気腹装置、高周波焼灼装置等を用いることによって、内視鏡観察下において処置あるいは手術を行える内視鏡システムが構築され、実用化されている。

このような内視鏡システムにおいては、通常、これら複数の周辺装置は、システムコントローラに接続され、集中制御されるようになっている。

また、通常、手術は手術室において術者が患者に対して手術を行うが、例えば、

手術室の術者が過去において多く行ったことのない手術、すなわち経験の少ない手術を行うことが必要となる場合がある。そのような場合には、術者の近傍の端末装置等と、その手術に詳しい、すなわちその手術の経験の多い、遠隔地にいる術者（以下、遠隔支援術者という）の端末装置等とを通信回線により接続して、術者が手術中に遠隔支援術者による切除する部分の指示等を受けられるようにするシステムが考えられる。このようなシステムを利用することによって遠隔支援のもと、手術室の術者が手術を行うことができるため、手術室の患者に対して適切な手術を行うことができる。

前記内視鏡観察下の手術においては、経験の少ない医師であっても、モニタに表示されている内視鏡画像を、遠隔支援術者である経験豊富な医師に観察してもらい、指示を受けることによって、確実に手術を行うことができる。このとき、モニタに表示させる術野の内視鏡画像が重要であり、万一表示されている内視鏡画像が経験豊富な医師の所望する術野を示す内視鏡画像と異なっているときには手術者に、所望する術野を示す内視鏡画像を撮るように、口頭または直接的に指示することによって、共同でスムーズに手術が行えるようになる。

以上のように、指示を行う経験豊かな医師が、例えば、遠隔地にいる場合等のために遠隔地にいる支援者である医師のいる病院等に設置された端末装置と、手術を担当する医師のいる手術室に設置された端末装置とを公衆回線で接続し、手術中に遠隔地にいる医師の指示等を受けながら手術室の医師が患者に対して適切な手術を行えるように支援するための遠隔手術支援システムの関連技術として、本件出願人によって提案がなされた特開2002-306509号（特願2001-111749号）公報に記載の遠隔手術支援システムがある。

この提案は、手術室の作業悪化を招くことなく1つのモニタに内視鏡観察画像と遠隔地からの指示情報を統合して表示することのできる遠隔手術支援システムを提供する目的を達成しようとしている。

#### 発明の概要 (SUMMARY OF THE INVENTION)

本発明の遠隔手術支援システムは、手術室に設けられる第1の制御システムと、第1の支援室に設けられる第2の制御システムと、少なくとも1つの副支援室に

設けられる第3の制御システムとを通信回線を介して接続して構成されている。

第1の制御システムは、術中の患者の処置部を撮像し、画像信号を得る撮像装置と、撮像装置からの画像信号を第2の制御システムに送信すると同時に、前記術中の患者に関する患者情報を前記第3の制御システムに送信するとともに、前記第2の制御システムからの支援情報を受信する第1の送受信装置と、前記画像信号を表示するとともに、前記支援情報を再生する再生装置とを具備する。前記第3の制御システムは、前記第1の制御システムからの前記患者情報を処理し、その処理結果を得る患者情報処理装置と、前記第1の制御システムの前記第1の送受信装置から送信された前記患者情報を受信するとともに、前記患者情報処理装置により得られた前記処理結果の情報を副支援情報として前記第2の制御システムに送信する第2の送受信装置とを具備する。前記第2の制御システムは、前記第3の制御システムからの前記副支援情報と前記第1の制御システムからの前記画像信号に基づき、前記手術室にいる術者に手術を行う際の支援を行う主支援情報を生成する統合装置と、前記第1の制御システムからの前記画像信号及び前記第3の制御システムからの前記副支援情報を受信するとともに、前記統合装置により生成された前記主支援情報を前記第1の制御システムに送信する第3の送受信装置とを具備する。

#### 図面の簡単な説明 (BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS)

図1は、本発明の実施の形態に係る遠隔手術支援システム及びその支援方法を説明するための該遠隔手術支援システム全体の概略構成を示す構成図である。

図2は、本発明の実施の形態に係る遠隔手術支援システムの変形例を示す構成図である。

図3は、本発明の実施の形態に係る遠隔手術支援システムの他の変形例を示す構成図である。

図4は、本実施の形態の遠隔手術支援システム全体の具体的な構成例を示すブロック図である。

図5は、手術室内の内視鏡システム全体の構成を示すブロック図である。

図6は、遠隔手術支援システムによる動作を説明するための表示例を示す図で

ある。

図7は、本実施の形態の遠隔手術支援方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

#### 好適な実施の形態の詳細な説明 (DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS)

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1乃至図6は本発明の実施の形態に係る遠隔手術支援システム及びその支援方法を説明するための図である。図1は本発明の実施の形態に係る遠隔手術支援システム及びその支援方法を説明するための該遠隔手術支援システム全体の概略構成を示す構成図である。図2及び図3はそれぞれ遠隔手術支援システムの変形例を示す構成図である。図4は本実施の形態の遠隔手術支援システム全体の具体的な構成例を示すブロック図である。図5は手術室内の内視鏡システム全体の構成を示すブロック図である。図6は遠隔手術支援システムによる動作を説明するための表示例を示す図である。図7は本実施の形態の遠隔手術支援方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

本実施の形態の遠隔手術支援システム1は、図1に示すように、実際に術者が手術を行う手術室2内の内視鏡システム5と、この手術室2内の術者に対して支援者が遠隔的に支援するための主支援室3内の遠隔制御システム6と、前記手術室2からの患者情報に基づく検査を行い、その検査結果を前記主支援室3に送り、主支援室3による支援を補助する役割がある副支援室4内の遠隔制御システム8とで構成されている。

前記手術室2内の内視鏡システム5と主支援室3内の遠隔制御システム6とは、双方向の通信回線7によって接続され、また前記手術室2内の内視鏡システム5と副支援室4内の遠隔制御システム8とは、手術室2から副支援室4への一方向の通信回線9によって接続されている。

前記主支援室3内の遠隔制御システム6と前記副支援室4内の遠隔制御システム8とは、該副支援室4から主支援室3への一方向の通信回線10によって接続されている。

したがって、手術室2からの手術情報である患者情報を得た副支援室4の遠隔制御システム8は、この患者情報に基づき得られた検査結果である支援情報を主支援室3の遠隔制御システム6に送り、主支援室3の遠隔制御システム6においてこの支援情報が取捨選択されて手術室2の内視鏡システム5に送ることができるようになっている。このことにより手術室2は、主支援室3からの支援情報だけを受け、副支援室4からの取捨選択されていない検査結果情報を受けることがなくなるので、術者が、受けた情報の中から必要な情報を選択等するという煩わしさから開放されるということになる。

さらに具体的な構成について説明する。前記手術室2内の内視鏡システム5は、内視鏡を含み、さらに再生手段2Aと、送受信手段2Bとを含む。内視鏡システム5は、手術室2において術者が遠隔的な支援を受けて手術を行うための制御システムである。再生手段2Aは、手術情報である患者情報と主支援室3からの支援情報である統合情報とを再生する再生装置である。送受信手段2Bは、手術中の患者情報と、前記主支援室3からの支援情報とを受信し、手術中の内視鏡観察画像をリアルタイムで主支援室3に送信するとともに、手術中の患者情報を前記副支援室4に送信する送受信装置である。患者情報とは、例えば摘出物や検体の画像情報、あるいは血圧や脳波などの患者独自の情報、手術に使用されている機器の可動状態情報、さらに手術室中の術者の音声や患者の映像情報等の情報も含む。また、患者の摘出物や検体自体は、手術室2から副支援室4へ検査のために搬送されて、副支援室4において摘出物等の病理検査が行われる。なお、内視鏡システム5は、術中あるいは術前の患者情報や内視鏡観察画像を生成し、内視鏡診断等を行うためのシステムである。

前記再生手段2Aは、例えば後述する画像表示手段としてのモニタ、音声再生手段としてのマイク、スピーカ等で構成され、これらを用いて前記支援情報に基づき再生を行うことにより、手術中の術者に対する支援が行われる。

前記送受信手段2Bは、手術中の内視鏡観察画像を例えばリアルタイムで主支援室3に送信するとともに、前記主支援室3からの支援情報の受信を行い、受信した支援情報を前記再生手段2Aに供給する。また、該送受信手段2Bは、手術中に得られた患者情報、例えば摘出物や検体の画像、あるいは患者独自の情報等

に基づく検査を行うために該患者情報を前記副支援室 4 に送信する。

なお、本実施の形態においては、手術室 2 の送受信手段 2 B は手術中の患者情報を前記副支援室 4 に送信するように説明したが、これに限定されるものではなく、手術以前に得られた患者情報を予め副支援室 4 に送信するようにし、該副支援室 4 にて予め、あるいは手術中にその患者情報に基づいて検査を行うようにしても良い。

一方、手術室 2 からの患者情報を受信する副支援室 4 の遠隔制御システム 8 は、送受信手段 4 B と、検査手段 4 A とを少なくとも有している。送受信手段 4 B は、該患者情報を受信するとともに、この受信した患者情報に基づいて検査して得られた支援情報(以下、副支援情報と称す)を前記主支援室 3 に送信する送受信装置である。検査手段 4 A は、受信した患者情報を処理する患者情報処理装置であり、具体的には前記受信した患者情報に基づいて検査し検査結果を前記送受信手段 4 B に供給して前記主支援室 3 に送信させる検査装置である。遠隔制御システム 8 は、主支援室 3 の支援者に対して遠隔的に副支援情報の提供を行う制御システムである。

前記送受信手段 4 B により受信した患者情報は、前記検査手段 4 A において、検査のために用いられ、その検査結果の情報は、摘出物や検体の病理検査結果と共に、副支援情報として前記送受信手段 4 B により、主支援室 3 に送信される。

なお、前記検査手段 4 A としては、例えば摘出物や検体等の病理検査を目的とする機関、例えば付属病院等の病理検査部における検査装置が考えられる。また、前記副支援情報としては、患者情報等に基づく検査結果を音声や文字、画像、あるいは数値データで表したものである。

また、検査手段とは支援者が手術室の患者情報を認識可能に再生するものを指しても良く、その場合副支援情報は手術室で行われている手術に対する副支援室 4 の支援者のアドバイス等の情報であっても良い。

また、副支援室 4 は、図 1 では 1 箇所だけ設けられているが、副支援室が複数箇所に設けられるように構成しても良い。この場合、各副支援室の構成は副支援室 4 と同様に構成されると同時に、手術室 2 と各主支援室 4 との間においても同様の接続回線にて接続されることになる。

前記副支援室 4 からの副支援情報を受信する主支援室 3 の遠隔制御システム 6 は、送受信手段 3 A と、統合手段 3 B とを含む。送受信手段 3 A は、前記手術室 2 からの内視鏡観察画像及び副支援室 4 からの副支援情報を受信するとともに、後述する統合手段 3 B により生成された支援情報である統合情報を前記手術室 2 に送信する送受信装置である。統合手段 3 B は、該送受信手段 3 A により受信された内視鏡観察画像及び副支援情報に基づき、ベテラン医師等が手術室 2 の術中の術者に対する最適な支援情報（以下、統合情報と称す）を生成するための統合装置である。遠隔制御システム 6 は、手術室 2 の術者に対して遠隔的に支援を行う制御システムである。

この主支援室 3 には、前記手術室 2 とは遠隔地にあり、手術中の術者に対して最適な手術を行うための手技や説明等の支援を行うことのできるベテラン医師等が滞在している。ベテラン医師は、遠隔制御システム 6 を用いながら前記送受信手段 3 A を介して受信した内視鏡観察画像と副支援情報とに基づき、手術中の術者に対して最適な手術を行うための手技や説明等の統合情報を遠隔制御システム 6 を用いて生成し、該送受信手段 3 A を介して前記手術室 2 に送信させる。

なお、前記副支援室 4 が複数ある場合には、ベテラン医師等は複数送られてくる副支援情報と内視鏡観察画像とを参照しながら一番支援するのに最適な情報を選択して遠隔制御システム 6 を用いて統合情報を生成し、生成した統合情報を手術室 2 に送信させることになる。

こうして、主支援室 3 からの統合情報は、手術室 2 の送受信手段 2 B により受信された後、前記再生手段 2 A により再生されることで、術中の術者に対して最適な手技や説明等を画像あるいは音声にて最適なタイミングで認識させることが可能となり、確実且つ迅速に遠隔手術支援を行うことができる。

なお、本発明においては、前記手術室 2 の内視鏡システム 5 と、主支援室 3 及び副支援室 4 の各遠隔制御システム 6，8 との間の接続形態は、上述した実施の形態にて説明した形態に限定されることはなく、例えば図 2 の変形例に示すように、前記主支援室 3 の遠隔制御システム 6 と前記副支援室 4 の遠隔制御システム 8 とを双方向通信となるような通信回線で接続するように構成しても良い。この場合、前記主支援室 3 及び副支援室 4 の各遠隔制御システム 6，8 には、双方向

通信可能な送受信手段3 A 1, 4 B 1 が設けられることになる。したがって、手術室2からの患者情報を得た副支援室4は副支援情報を主支援室3に送り、主支援室3と副支援室4との間で情報のやり取りをし、適切な情報（統合情報）のみを主支援室3から手術室2におくることができることになる。これにより、図1に示すシステムと同様に、手術室2は、主支援室3からの統合情報だけを受け、副支援室4からの取捨選択されていない検査結果情報を受けることがなくなるので、受けた情報の中から必要な情報を選択等するという煩わしさから開放されるということになる。

また、図3の変形例に示すように、前記手術室2の内視鏡システム5と、主支援室3の遠隔制御システム6と、副支援室4の遠隔制御システム8との間を、それぞれ双方向の通信回線で接続し、手術室2から主支援室3及び副支援室4に手術の情報を伝達し、その内容に基づき主支援室3及び副支援室4から適切な情報が得られるように構成しても良い。この場合、図2に示す変形例の構成要件の他に、手術室2の内視鏡システム5には前記主支援室3及び副支援室4の各遠隔制御システム6, 8との間で双方向通信可能な送受信手段2 B 1 が設けられることになる。これにより、図2に示す変形例の効果を加え、主支援室3と副支援室4がそれぞれ双方向通信によって手術室2に対する支援をすることができ、誤った支援を防ぐことができることになる。

次に、上記構成の遠隔手術支援システムによる支援方法を図7に示すフローチャートを参照しながら説明する。

図1に示す遠隔手術支援システムを用いて手術中の術者に支援を行うものとする。この場合、先ず、図7のステップS 1の処理にて、手術室2内の内視鏡システム5を利用して患者の体腔内の内視鏡観察画像が得られ、続くステップS 2の処理にて内視鏡観察画像が送受信手段2 Bにより通信回線7を介して主支援室3に送信される。

そして、続くステップS 3の処理において、手術室2内にて術中に内視鏡システム5によって得られた患者情報、あるいは術前に得られた患者情報は、送受信手段2 Bにより通信回線9を介して副支援室4に送信される。以上のS 1からS 3の処理は、内視鏡システム5において実行される。



その後、ステップS 4の処理では、副支援室4では、送受信手段4 Bによって手術室2からの患者情報が受信され、その患者情報に基づく病理検査又は摘出物等の病理検査を検査手段4 Aを用いて行い、遠隔制御システム8によってその検査結果、すなわち副支援情報が生成される。続くステップS 5において、副支援情報が、該送受信手段4 Bにより通信回線1 0を介して主支援室3に送信される。以上のS 4とS 5の処理は、遠隔制御システム8において実行される。

そして、主支援室3では、ステップS 6の処理にて、副支援室4から送信された副支援情報が送受信手段3 Bにて受信される。続くステップS 7の処理にて、統合手段3 Bを用いてリアルタイムで受信している内視鏡観察画像と副支援情報とに基づき、術者に支援する最適な主支援情報である統合情報が生成される。続くステップS 8の処理にて、統合情報が該送受信手段3 Aにより通信回線7を介して手術室2に送信される。以上のS 6からS 8の処理は、遠隔制御システム6において実行される。

この場合、副支援室4が複数設置されそれぞれ複数の副支援情報が主支援室4に送信されている場合には、支援者は統合手段3 Bを用いて用いて最適な支援を行うのに必要な副支援情報を選択し、この選択した副支援情報を用いて統合情報が生成されることになる。

すると、手術室2では、ステップS 9の処理にて、主支援室3から送信された統合情報を送受信手段2 Bで受信する。続くステップS 10の処理にて、受信した統合情報は再生手段2 Aを用いて再生され、統合情報が音声、画像として出力される。これにより、手術中の術者に対して、手術を支援する最適な情報を提示し認識させることができるため、副支援室4からの取捨選択されていない検査結果情報を術者が受けることがなくなり、受けた情報の中から必要な情報を選択等するという負担を術者に与えることなく手術を迅速且つ確実に行うことができるように支援することが可能となる。

次に、上述した遠隔手術支援方法を実施することが可能な本実施の形態の遠隔手術支援システムの具体的な電気的な回路構成等を図4～図6を参照しながら詳細に説明する。

本発明の遠隔手術支援システム1は、図4に示すように、手術室2内に配置さ

れた内視鏡システム５と、この内視鏡システム５に対して、例えば、遠隔地にある主支援室３の制御室内に配置された遠隔制御システム６とが通信回線である総合デジタル通信網（ＩＳＤＮ）やＬＡＮ等の電気通信回線７によって接続されて構成されている。さらに、前記内視鏡システム５と、副支援室４の制御室内に配置された遠隔制御システム８とが通信回線である公衆回線９によって接続されている。

また、主支援室３と副支援室４のそれぞれの遠隔支援システム６，８も同様に公衆回線１０によって接続されている。

手術室２内に配置された内視鏡システム５は、上述した再生手段２Ａ及び送受信手段２Ｂを含んで構成され、具体的には患者の体腔内の処置部を観察する撮像装置である内視鏡１１と、処置・治療を行うための図示しない電気メス、気腹装置、超音波手術具などの手術用の装置である周辺装置１２とを有して構成されている。この周辺装置１２には、例えば、コード等を介して駆動電源からの電力が供給されるようになっており、周辺装置１２は、その出力値の設定を変更することができるようになっている。

前記内視鏡１１は、例えば、挿入部が硬性な内視鏡であり、この挿入部の後端側に設けられた接眼部には複数の光学レンズで構成された結像光学系、及び撮像素子として、例えば電荷結合素子（以下、ＣＣＤという）１３を内蔵した内視鏡像撮像手段であるＴＶカメラ１４が着脱自在に装着されている。

前記内視鏡１１からは図示しないライトガイドケーブルが延出して図示しない光源装置に接続されている。この光源装置内部に設けられているランプの照明光はライトガイドケーブル及び内視鏡１１内のライトガイドを介して挿入部の先端まで伝送され、照明窓を通して体腔内を照明できるようになっている。

前記照明窓に隣接する観察窓には、対物レンズが取り付けられ、被写体の光学像を挿入部内に配置されている光学像伝送手段であるリレーレンズ系の先端側に結像させて後端側に伝送し、接眼部を通して拡大観察されるようになっている。

この接眼部に装着されたＴＶカメラ１４のＣＣＤ１３には、リレーレンズ系を伝送された光学像が結像し、このＣＣＤ１３で光電変換された画像信号が信号ケーブル１５を介して画像処理装置であるカメラコントロールユニット（以下、Ｃ

CUという) 16に伝送され、ここで、標準的な映像信号に生成される。

前記CCU16で生成された映像信号は、再生手段2Aの主構成要素である第1の表示装置(以下、モニタという)17に出力され、内視鏡11でとらえた内視鏡画像がモニタ画面上に表示される。

前記TVカメラ14には、前記結像光学系またはCCD13の少なくとも一方を移動させて撮像領域の変更、または視野方向の変更の制御を行う視野制御部である視野変更ユニット18が接続されている。前記視野変更ユニット18、CCU16及び周辺装置12は、これら制御を行う制御部であるシステムコントローラ19に接続されている。

このシステムコントローラ19には、各種制御を行うための指示入力を行う、例えばタッチパネル20と、患者データ等の入力を行う、例えば磁気カードリーダー21が接続されている。これにより、例えば、術者がタッチパネル20を操作することにより、システムコントローラ19を介してCCU16による色調の変更、結像光学系とCCD13との間の結像距離の変更、さらには周辺装置12の出力制御等を行うことができるようになっている。

具体的には、周辺装置12が、例えば電気メスの場合には、切開、凝固等を行う出力値のレベルの設定制御が行え、気腹器の場合には、設定圧の変更制御等が行える。また、磁気カードリーダー21では、磁気カードに記録された患者データを読み取り、この患者データをシステムコントローラ19に入力し、このシステムコントローラ19を介してCCU16に出力することにより、内視鏡画像に患者データの重畳表示を行うことができるようになっている。

前記CCU16は、送受信手段2Bとしての手術室用信号伝送装置22、23に接続されている。

なお、本発明のシステムが、上述した図3に示す接続形態である場合には、システムコントローラ19は、システムコントローラ19で切り替え可能なスイッチ手段24を介して、前記手術室用信号伝送装置22と23に接続される。この場合、このスイッチ手段24は、主支援室3からの統合情報、または副支援室4からの副支援情報を選択的に受信して手術室2に伝送することができるようになっている。

本実施の形態では、前記送受信手段 2 B である手術室用信号伝送装置 2 2、2 3 によって、CCU 1 6 で生成した内視鏡画像の映像信号及びシステムコントローラ 1 9 で制御している制御信号あるいは患者データ等を電気通信回線 7、9 によって伝送可能な信号に変換して、主支援室 3 及び副支援室 4 に向けて出力するようになっている。

この場合、前記手術室用信号伝送装置 2 2 は、主支援室 4 の後述する、送受信手段 3 A に対応する制御室用信号伝送装置 2 5 において信号変換されて電気通信回線 7 を経て入力される信号を、後述する元の映像信号及び指示信号に変換して前記システムコントローラ 1 9 に指示信号として出力する。さらに、前記手術室用信号伝送装置 2 2 は、前記映像信号をこの手術室用信号伝送装置 2 2 に接続されている補助モニタ 2 7 に出力して主支援室 3 から送られてくる画像情報等モニタ画面上に表示するようになっている。

なお、本発明のシステムが、上述した図 3 に示す接続形態である場合には、前記手術室用信号伝送装置 2 3 は、同様に、副支援室 4 の後述する、送受信手段 4 B に対応する制御室用信号伝送装置 2 6 において信号変換されて公衆回線 9 を経て入力される信号を、後述する元の映像信号及び指示信号に変換して前記システムコントローラ 1 9 に指示信号を出力する。さらに、前記手術室用信号伝送装置 2 3 は、前記映像信号をこの手術室用信号伝送装置 2 3 に接続されている補助モニタ 2 7 に出力して副支援室 4 から送られてくる画像情報等をモニタ画面上に表示するようになっている。

また、システムコントローラ 1 9 には、術者の入力手段として図示しないキーボード等も接続されており、このキーボードから前記システムコントローラ 1 9、手術室用信号伝送装置 2 2、2 3、電気通信回線 7 及び公衆回線 9 を介して主支援室 3 及び副支援室 4 の支援者にコメント等を送信できるようになっている。

一方、主支援室 3 の遠隔制御システム 6 は、主に送受信手段 3 A 及び統合手段 3 B を含んで構成され、具体的には前記電気通信回線 7、1 0 に接続されている。遠隔制御システム 6 は、送受信手段 3 A としての制御室用信号伝送装置 2 5 を含む。遠隔制御システム 6 は、さらに、この制御室用信号伝送装置 2 5 に接続され、前記制御室用信号伝送装置 2 6 から出力される映像信号を表示するモニタの 1 つ

であるモニタ 28 と、統合手段 3B である遠隔操作コントローラ 30 と、前記制御室用信号伝送装置 25 に接続され、制御室内にある図表や支援者の表情等を撮影する室内カメラ 32 とで主に構成されている。制御室用信号伝送装置 25 は、前記手術室用信号伝送装置 22 から電気通信回線 7 を経て入力される信号を、前記 CCU 16 で生成した映像信号及びシステムコントローラ 19 において制御されている制御信号あるいは患者データ等に変換するとともに、統合手段 3B により生成された統合情報を同様に変換して電気通信回線 7 を介して前記手術室用信号伝送装置 22 に出力する。遠隔操作コントローラ 30 は、前記制御室用信号伝送装置 25 に接続され、前記制御室用信号伝送装置 25 から出力される制御信号あるいは患者データ等が入力されるとともに、後述する視野移動量を算出するプログラム等を備えた制御手段である。

また、副支援室 4 内の遠隔制御システム 8 は、主に検査手段 4A 及び送受信手段 4B を含んで構成され、前記公衆回線 9、10 に接続されている。遠隔制御システム 8 は、送受信手段 4B としての制御室用信号伝送装置 26 を含む。遠隔制御システム 8 は、さらに、この制御室用信号伝送装置 26 に接続され、前記制御室用信号伝送装置 26 から出力される映像信号を表示するモニタの 1 つであるモニタ 29 と、検査手段 4A である遠隔操作コントローラ 31 と、前記制御室用信号伝送装置 26 に接続され、制御室内にある図表や支援者の表情等を撮影する室内カメラ 33 とで主に構成されている。制御室用信号伝送装置 26 は、前記手術室用信号伝送装置 23 から公衆回線 9 を経て入力される信号を、前記 CCU 16 で生成した映像信号及びシステムコントローラ 19 において制御されている制御信号あるいは患者データ等に変換するとともに、検査手段 4A により生成された検査結果情報を同様に変換し前記制御室用信号伝送装置 26 に出力する。遠隔操作コントローラ 31 は、前記制御室用信号伝送装置 26 に接続され、前記制御室用信号伝送装置 26 から出力される制御信号あるいは患者データ等が入力されるとともに、後述する視野移動量を算出するプログラムや患者データ等に基づき検査するプログラム等を備えた制御手段である。

なお、前記遠隔操作コントローラ 30、31 には、CCU 16 から送られた内視鏡画像を静止画として取り込む、すなわちキャプチャするとともに、システム

コントローラ 19 から送られてきた患者情報をスーパーインポーズ等として表示される表示手段である表示装置 34, 35 がそれぞれ接続されている。また、遠隔操作コントローラ 30, 31 には、タッチパネル、あるいは、キーボード 36, 37 等の制御内容を入力する入力手段が接続されている。

したがって、前記副支援室 4 内の遠隔制御システム 8 は、前記手術室 2 により得られた患者情報を前記制御用信号伝送装置 26 を介して受信し、前記遠隔コントローラ 31 を用いてその患者情報等の分析を行い、分析結果である検査結果を副支援情報として主支援室 4 内の制御信号用伝送装置 26 に出力する。

一方、前記主支援室 3 内の遠隔制御システム 6 は、前記副支援室 4 により得られた副支援情報を前記制御用信号伝送装置 25 を介して受信し、この受信した副支援情報と手術室 2 から受信した映像信号とに基づき、前記遠隔コントローラ 30 を用いて統合情報を生成し、生成した統合情報を主支援情報として手術室 2 内の手術室用信号伝送装置 22 に出力する。

ところで、手術室 2 内においては、図 5 に示すように、システムコントローラ 19 は、制御動作を行う中央演算処理装置（以下、CPU という）38 と、この CPU 38 の動作プログラム及び画像等を格納するハードディスク（以下、HDD という）39 と、画像の一時格納及び作業エリア等に用いられるメモリ 40 と、手術室用信号伝送装置 22, 23 を介して入出力を行う入出力インターフェース（以下、I/O という）41 と、映像信号（ビデオ信号）のキャプチャ動作及び重畳表示動作を行うビデオキャプチャ制御部 42 と、例えばキーボードに接続されるキーボードインターフェース（以下、キーボード I/F という）43 とで主に構成され、これらはバスを介して互いに接続されている。

前記手術室用信号伝送装置 22, 23 との制御信号等の通信は、I/O 41 を介して行われる。このシステムコントローラ 19 の動作プログラムは、HDD 39 に格納されている。

このため、主支援室 3 において周辺装置 12 等の動作を制御する設定等がキーボード 36 等を用いて制御部としての遠隔操作コントローラ 30 を介して行われると、その制御内容が制御室用信号伝送装置 25、電気通信回線 7 及び手術室用信号伝送装置 22 を経てシステムコントローラ 19 内の I/O 41 からメモリ 4

0に格納される。

なお、図3に示すように手術室2と副支援室4とが双方向通信可能な接続形態である場合には、副支援室4において周辺装置12等の動作を制御する設定等がキーボード37等を用いて制御部としての遠隔操作コントローラ31を介して行われると、その制御内容が制御室用信号伝送装置26、公衆回線9及び手術室用信号伝送装置23を経てシステムコントローラ19内のI/O41からメモリ40に格納される。

前記キーボード36または37の入力手段を用いて、例えば手術室2の術者に対して手術する際の指示、注意等が行われる場合、指示、注意等の主支援情報、すなわち統合情報が、図6に示すように、表示エリア48の画面表示エリア49にスーパーインポーズ、すなわちオーバーレイで表示されるように、主支援情報としての統合情報は制御用信号伝送装置25及び電気通信回線7を介して送信され、その結果手術室内の補助モニタ27の画面上に表示される。

これにより、手術室の術者は、補助モニタ27に表示される遠隔地の制御室である主支援室3からの最適な主支援情報としての統合情報を得て手術を確実且つ迅速に進められるようになっている。

図6に示すように、表示エリア48は、手術室2からの送信される内視鏡画像を表示する表示領域49と、断層画像等の参照画像を表示する表示領域50と、周辺装置12の各種設定値を表示する表示領域51と、患者の個人情報を表示する表示領域52と、各種コメントなどを表示する表示領域53を有する。

手術室2の術者に対して画像を利用して指示を与える場合、遠隔操作コントローラ30又は31に上述した視野移動量算出プログラムが搭載されていれば、遠隔操作コントローラ30又は31からは、算出された視野移動量がシステムコントローラ19へ供給される。その場合、遠隔操作コントローラ30又は31のメモリ（図示せず）には、キーボード36又は37の入力手段を用いて入力された位置情報が格納され、その格納された位置情報に基づいて、視野移動量が算出される。遠隔操作コントローラ30又は31は、算出された視野移動量に基づいて、視野変更ユニット18に出力する指示信号を生成する。生成された指示信号の情報は、遠隔操作コントローラ30又は31から、システムコントローラ19へ供

給される。なお、遠隔操作コントローラ30又は31から、システムコントローラ19へ視野移動量の情報を供給し、システムコントローラ19において視野移動量に基づいて指示信号を生成するようにしてもよい。

また、システムコントローラ19のHDD39に、視野移動量算出プログラムが搭載されていれば、遠隔操作コントローラ30又は31からは、カーソルの位置情報がシステムコントローラ19へ供給されI/O41を介してメモリ40に格納される。その場合、支援者が、図6に示したモニタの画面表示エリア49上に表示されるカーソル54をA点においてクリックし、このクリックした状態のままB点まで移動させると、システムコントローラ19のメモリ40にA点及びB点の位置情報が格納され、この位置情報に基づきHDD39に格納されているプログラムによってA点からB点の変位量である移動距離、または変位角である移動方向、または変位速度である移動速度の少なくとも1つから移動位置に基づいて視野移動量が算出される。算出された視野移動量に基づいて、視野変更ユニット18に出力する指示信号が生成される。

そして、生成された指示信号は、視野変更ユニット18へ供給される。例えば、遠隔操作コントローラ30又は31からこの指示信号が入力されたシステムコントローラ19では、算出結果に応動して視野変更ユニット18を介して結像光学系とCCD13との間の距離を変更させる。これにより、画面表示エリア49のB点の位置にA点を移動させた状態の内視鏡画像が表示される。

つまり、前記モニタ28又は29のモニタ画面に表示されている内視鏡画像を観察している支援者は、表示されている内視鏡画像が所望する撮像領域や視野方向を捉えていないとき、モニタ28又は29に表示されている内視鏡画像を表示装置34又は35の画面表示エリア49にスーパーインポーズすなわちオーバーレイ表示させた後、キーボード36又は37の入力手段を用いて撮像領域や視野方向を視野変更ユニット18によって変更させる制御を行うための入力指示を行う。

すると、この入力手段を介して入力された入力指示情報が指示信号となって操作コントローラ30又は31から制御用信号伝送装置25又は26、電気通信回線7又は9を介して手術室のシステムコントローラ19に送信される。このシス



テムコントローラ 19 は、指示信号に基づいて結像光学系と CCD 13 との間の結像距離の変更等を行う制御信号を視野変更ユニット 18 に向けて出力する。

この制御信号を受けた視野変更ユニット 18 では、結像光学系または CCD 13 の少なくとも一方を移動させて結像距離の変更を行う。これにより、モニタ 17 及びモニタ 28 又は 29 のモニタ画面と、表示装置 34、35 の表示エリア上には、支援室にいる支援者の入力指示した所望の内視鏡画像を表示させることができる。

なお、本実施の形態では、手術室 2 と副支援室 4 とは手術室 2 からの患者情報を副支援室 4 に伝送する一方向に通信可能な接続形態で、該副支援室 4 と主支援室 3 とは該副支援室 4 からの副支援情報を主支援室 3 に伝送する一方向通信可能な接続形態であり、手術室 2 と主支援室 3 とは内視鏡観察画像等の患者情報及び統合情報（主支援情報）を双方向に伝送可能な接続形態を構成したことについて説明したが、図 3 に示すように、主支援室 3 及び副支援室 4 の支援者が並列に手術室 2 に支援情報を伝送する接続形態で構成した場合には、冒頭に述べたように手術室 2 に情報が集中すると手術の遅延にもつながる恐れが有る。この場合、スイッチ手段 24 をタッチパネル 20 を操作することによって切り替え、副支援室 4 からの情報が主支援室 3 に伝送されるようにすることにより上記問題点が解消できる。

したがって、本実施の形態によれば、手術室 2 からの術中あるいは術前の患者情報を副支援室 4 に伝送し、該副支援室 4 にて患者情報等に基づいて検査した後、得られた検査結果を副支援情報として主支援室 3 に伝送する。該主支援室 3 にて手術中の内視鏡観察画像と副支援情報とに基づき主支援情報としての統合情報が生成されて手術室 2 に送信され、該手術室 2 内の再生手段により再生することで、術者に対し手術の最適な支援を迅速且つ確実に行うことができる。また、手術が移植や病理検査である場合には、摘出物や検体を副支援室に移動せずに、その患者情報を伝送することができるため、迅速な判断を行うことができ、上記同様に最適な支援を行うことができる。

また、遠隔地にいる支援者は、モニタ及び表示装置で手術室における手術中の内視鏡画像を観察できるとともに、患者情報を得ることができる。ま

た、表示装置に表示されている内視鏡画像を入力手段によって操作することによって、通信回線を介して手術室の視野変更ユニットを直接的に遠隔操作して所望の内視鏡画像をモニタ画面上に表示させることができる。これにより、手術の状態を殆どリアルタイムに把握して適切な手術を行うための支援情報の提供を遠隔地にいながら手術室の術者に速やかに行える。また細かい手術等の場合にも手術状況を的確に、且つ速やかに把握してスムーズ且つ迅速に手術の支援が行えることになる。

なお、本願の遠隔地とは、手術室と主支援室と副支援室とが各々異なる部屋であれば良く、例えば同じ建物内でも各々の部屋が異なっていれば遠隔地にあるといえる。

また、本発明は、上記実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、実施の形態及び変形例の組み合わせ及び応用も適用される。

## 請求の範囲 (CLAIMS)

What is claimed is:

1. 手術室に設けられる第1の制御システムと、第1の支援室に設けられる第2の制御システムと、少なくとも1つの副支援室に設けられる第3の制御システムとを通信回線を介して接続してなる遠隔手術支援システムであって、

前記第1の制御システムは、

術中の患者の処置部を撮像し、画像信号を得る撮像装置と、

該撮像装置からの画像信号を前記第2の制御システムに送信すると同時に、

前記術中の患者に関する患者情報を前記第3の制御システムに送信するとともに、

前記第2の制御システムからの支援情報を受信する第1の送受信装置と、

前記画像信号を表示するとともに、前記支援情報を再生する再生装置とを具備し、

前記第3の制御システムは、

前記第1の制御システムからの前記患者情報を処理し、その処理結果を得る患者情報処理装置と、

前記第1の制御システムの前記第1の送受信装置から送信された前記患者情報を受信するとともに、前記患者情報処理装置により得られた前記処理結果の情報を副支援情報として前記第2の制御システムに送信する第2の送受信装置とを具備し、

前記第2の制御システムは、

前記第3の制御システムからの前記副支援情報と前記第1の制御システムからの前記画像信号に基づき、前記手術室にいる術者に手術を行う際の支援を行う主支援情報を生成する統合装置と、

前記第1の制御システムからの前記画像信号及び前記第3の制御システムからの前記副支援情報を受信するとともに、前記統合装置により生成された前記主支援情報を前記第1の制御システムに送信する第3の送受信装置とを具備したことを特徴とする遠隔手術支援システム。

2. クレーム1において、

前記第1の制御システムと前記第2の制御システムとの間、及び前記第2の制

御システムと前記第 3 の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続され、前記第 1 の制御システムと前記第 3 の制御システムとは、前記第 1 の制御システムから前記第 3 の制御システムに対して一方向の通信可能な通信回線で接続されている。

3. クレーム 1 において、

前記第 1 の制御システムと前記第 2 の制御システムとの間、前記第 1 の制御システムと前記第 3 の制御システムとの間、及び前記第 2 の制御システムと前記第 3 の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続されている。

4. クレーム 1 において、

前記第 3 の制御システムが複数ある場合には、前記第 2 の制御システムの前記統合装置は、各第 3 の制御システムから得られた複数の副支援情報と、前記第 1 の制御システムからの前記画像信号に基づく前記統合情報を生成し、前記第 1 の制御システムに送信する。

5. クレーム 3 において、

前記第 1 の制御システムの前記第 1 の送受信装置は、前記第 2 の制御システムと前記第 3 の制御システムと通信を切り替えるためのスイッチを介して、前記第 2 および前記第 3 の送受信装置と接続されている。

6. クレーム 1 において、

前記撮像装置は、体腔内を撮像する結像光学系及び撮像素子を有する内視鏡像撮像装置であり、

前記第 1 の制御システムは、さらに、

前記内視鏡像撮像装置の前記撮像素子により光電変換された画像信号を映像信号に変換する画像処理部と、

前記画像処理装置により変換されて出力された映像信号による内視鏡画像を表示する第 1 の表示装置とを有する。

7. クレーム 6 において、

前記第 1 の制御システムは、さらに、

前記内視鏡像撮像装置の撮像領域又は視野方向を制御する視野制御部と、

少なくとも前記視野制御部を制御する第 1 の制御部とを有し、  
前記第 2 の制御システム及び前記第 3 の制御システムの少なくとも一方は、さらに、

前記第 1 の制御部へ前記視野制御部を制御する指示信号を生成する第 2 の制御部を有し、

前記第 2 の制御部において生成された前記指示信号が、前記第 1 の制御部へ送信されることによって、前記内視鏡像撮像装置の前記撮像領域又は前記視野方向が制御される。

8. 手術室に設けられる第 1 の制御システムと、第 1 の支援室に設けられる第 2 の制御システムと、少なくとも 1 つの副支援室に設けられる第 3 の制御システムとを通信回線を介して接続してなるシステムを利用した遠隔手術支援方法であって、

前記第 1 の制御システムによって患者情報を取得する患者情報取得工程と、  
前記患者情報取得工程により取得された患者情報を前記第 1 の制御システムによって前記第 3 の制御システムへ送信する第 1 の送信工程と、

前記第 1 の送信工程により送信された患者情報を前記第 3 の制御システムにおいて受信する第 1 の受信工程と、

前記患者情報に基づいた副支援情報を前記第 3 の制御システムから前記第 2 の制御システムへ送信する第 2 の送信工程と、

前記第 2 の送信工程により送信された副支援情報を前記第 2 の制御システムにおいて受信する第 2 の受信工程と、

前記副支援情報に基づいた主支援情報を前記第 2 の制御システムから前記第 1 の制御システムへ送信する第 3 の送信工程と、

前記第 3 の送信工程により送信された主支援情報を前記第 1 の制御システムにおいて受信する第 3 の受信工程と、

前記第 3 の受信工程により受信された主支援情報を前記第 1 の制御システムにおいて画像または音声に再生する再生工程と、

を有することを特徴とする遠隔手術支援方法。

9. クレーム8において、

前記第1の制御システムと前記第2の制御システムとの間、及び前記第2の制御システムと前記第3の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続され、前記第1の制御システムと前記第3の制御システムとは、前記第1の制御システムから前記第3の制御システムに対して一方向の通信可能な通信回線で接続されている。

10. クレーム8において、

前記第1の制御システムと前記第2の制御システムとの間、前記第1の制御システムと前記第3の制御システムとの間、及び前記第2の制御システムと前記第3の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続されている。

11. クレーム8において、

前記第3の制御システムが複数ある場合には、前記第2の制御システムの前記統合装置は、各第3の制御システムから得られた複数の副支援情報と、前記第1の制御システムからの前記画像信号に基づく前記統合情報を生成し、前記第1の制御システムに送信する。

12. クレーム10において、

前記第1の制御システムの前記第1の送受信装置は、前記第2の制御システムと前記第3の制御システムと通信を切り替えるためのスイッチを介して、前記第2および前記第3の送受信装置と接続されている。

13. クレーム8において、

前記第1の制御システムは、

体腔内を撮像する結像光学系及び撮像素子を有する内視鏡像撮像装置と、

前記内視鏡像撮像装置の前記撮像素子により光電変換された画像信号を映像信号に変換する画像処理部と、

前記画像処理装置により変換されて出力された映像信号による内視鏡画像を表示する第1の表示装置とを有する。

14. クレーム13において、

前記第1の制御システムは、

前記内視鏡像撮像装置の撮像領域又は視野方向を制御する視野制御部と  
少なくとも前記視野制御部を制御する第 1 の制御部とを有し、

前記第 2 の制御システム及び前記第 3 の制御システムの少なくとも一方からの  
前記視野制御部を制御する指示信号に基づいて、前記内視鏡像撮像装置の前記撮  
像領域又は前記視野方向を制御する工程を有する。

1.5. 手術室に設けられる第 1 の制御システムと、第 1 の支援室に設けられる第  
2 の制御システムと、少なくとも 1 つの第 2 の支援室に設けられる第 3 の制御シ  
ステムとを通信回線を介して接続してなるシステムを利用した遠隔手術支援方法  
であって、

前記手術室において、術中の患者の処置部を撮像し、画像信号を得る撮像工程  
と、

該撮像工程により得られた前記画像信号を前記第 1 の制御システムから前記第  
2 の制御システムに送信する第 1 の送信工程と、

前記術中の患者に基づく患者情報を前記第 1 の制御システムから前記第 3 の制  
御システムに送信する第 2 の送信工程と、

前記第 1 の制御システムによって、前記第 2 の制御システムからの支援情報を  
受信する第 1 の受信工程と、

前記第 1 の制御システムによって前記画像信号を表示するとともに、前記支援  
情報を再生することによって術者に対して支援を行うための再生工程と、

前記第 3 の制御システムにおいて、前記第 1 の制御システムから送信された前  
記患者情報を受信する第 2 の受信工程と、

前記第 3 の制御システムにおいて、前記第 1 の制御システムからの前記患者情  
報を処理し、その処理結果を得る患者情報処理工程と、

前記患者情報処理工程により得られた前記処理結果を副支援情報として前記第  
3 の制御システムから前記第 2 の制御システムに送信する第 3 の送信工程と、

前記第 2 の制御システムにおいて、前記第 1 の制御システムからの前記画像信  
号及び前記第 3 の制御システムからの副支援情報を受信する第 3 の受信工程と、

前記第 2 の制御システムにおいて、前記第 3 の制御システムからの副支援情報  
と前記第 1 の制御システムからの前記画像信号に基づき、前記手術室にいる術者

に手術を行う際の支援を行う主支援情報を生成する統合工程と、

前記統合工程において生成された主支援情報を前記第2の制御システムから前記第1の制御システムに送信する第4の送信工程とを有する。

16. クレーム15において、

前記第1の制御システムと前記第2の制御システムとの間、及び前記第2の制御システムと前記第3の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続され、前記第1の制御システムと前記第3の制御システムとは、前記第1の制御システムから前記第3の制御システムに対して一方向の通信可能な通信回線で接続されている。

17. クレーム15において、

前記第1の制御システムと前記第2の制御システムとの間、前記第1の制御システムと前記第3の制御システムとの間、及び前記第2の制御システムと前記第3の制御システムとの間は、それぞれ双方向の通信可能な通信回線で接続されている。

18. クレーム15において、

前記第3の制御システムが複数ある場合には、前記第2の制御システムの前記統合装置は、各第3の制御システムから得られた複数の副支援情報と、前記第1の制御システムからの前記画像信号に基づく前記統合情報を生成し、前記第1の制御システムに送信する。

19. クレーム15において、

前記第1の制御システムは、

体腔内を撮像する結像光学系及び撮像素子を有する内視鏡像撮像装置と、

前記内視鏡像撮像装置の前記撮像素子により光電変換された画像信号を映像信号に変換する画像処理部と、

前記画像処理装置により変換されて出力された映像信号による内視鏡画像を表示する第1の表示装置とを有する。

20. クレーム19において、

前記第1の制御システムは、

前記内視鏡像撮像装置の撮像領域又は視野方向を制御する視野制御部と、



少なくとも前記視野制御部を制御する第 1 の制御部とを有し、  
前記第 2 の制御システム及び前記第 3 の制御システムの少なくとも一方からの  
前記視野制御部を制御する指示信号に基づいて、前記内視鏡像撮像装置の前記撮  
像領域又は前記視野方向を制御する工程を有する。

### 要約 (ABSTRACT)

本発明の遠隔手術支援システムは、手術室に設けられる第1の制御システムと、第1の支援室に設けられる第2の制御システムと、少なくとも1つの副支援室に設けられる第3の制御システムとを通信回線を介して接続して構成されている。第1の制御システムは、術中の患者の画像信号を得る撮像装置と、撮像装置からの画像信号を第2の制御システムに送信すると同時に、術中の患者に関する患者情報を第3の制御システムに送信するとともに、第2の制御システムからの支援情報を受信する第1の送受信装置と、画像信号を表示するとともに、支援情報を再生する再生装置とを具備する。第2の制御システムは、第3の制御システムからの副支援情報と第1の制御システムからの画像信号に基づき、手術室にいる術者に手術を行う際の支援を行う主支援情報を生成し、第1の制御システムに送信する。